

М. Л. РЕВА, В. И. БАКЛАНОВ

**ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ТЕРРИКОНОВ ДОНБАССА**

Терриконы — конические отвалы горных пород, образующиеся при добыче каменного угля шахтным способом, — являются неотъемлемым элементом индустриального ландшафта Донбасса. Размещаются терриконы преимущественно в пределах населенных пунктов, занимая вместе с защитными зонами около 17% нарушенных промышленностью земель в пределах Украинской ССР (Сухаревский и др., 1970). Благоустройство и улучшение санитарно-гигиенического состояния городских территорий Донбасса невозможно без рекультивации и последующего озеленения площадей терриконов.

Сложный рельеф поверхности, значительная приподнятость над окружающими пространствами, особенности литологического состава и физико-химических свойств слагающих терриконы горных пород обуславливают предельную критичность экологических факторов, усугубляющуюся сухим континентальным климатом юго-востока УССР (Рева, Бакланов, 1968; Бакланов, 1969, 1970). Сложены терриконы глинистыми и глинисто-песчаными сланцами, содержащими от 10 до 30% углистых включений и соединений серы, преимущественно в виде пирита. Вынесенная на поверхность порода в новых геотермических условиях подвергается интенсивному выветриванию. По мере выветривания сульфиды окисляются атмосферным кислородом, главным образом, в результате жизнедеятельности тионовых бактерий (Кузнецов и др., 1962; Зайцев, 1970). Образующая свободная сернистая кислота доводит кислотность породы до pH 3—2. При экзотермических реакциях выделяется значительное количество тепла, способствующего активизации химического окисления и приводящего к возгоранию углистых и органических включений в породе. На терриконах возникают очаги горения, в которых порода разогревается до 800—1200°. Кислотность водной вытяжки из породы в очагах горения достигает pH 1,0 и ниже. Из-за неоднородности литологического состава и разного времени нахождения на поверхности пород, слагающих терриконы, процессы их окисления и горения, а затем затухания очагов горения наблюдаются на одном и том же терриконе одновременно, занимая разные по величине участки на его поверхности.

По мере окисления породы и сгорания органических и углистых включений, остатков серы и т. д. значительная часть обломков породы разрушается и измельчается, увеличивается содержание пылеватых частиц, заполняющих промежутки между еще сохранившимися обломками. В результате образуется уплотненный поверхностный слой, препятствующий проникновению в более глубокие слои породы кислорода воздуха и воды. Это приводит к постепенному прекращению горения, затуханию очагов. Если в результате эрозии, оплывно-оползнегового движения, механических воздействий цельность верхнего плотного слоя нарушается на значительных по величине участках, процессы окисления и горения на терриклоне возобновляются.

Атмосферные воды вымывают из очагов горения продукты окисления, главным образом, соли серной и сернистой кислоты и разносят их по поверхности террикона. В различных отрицательных элементах мезо- и микрорельефа склонов терриконов эти растворы задерживаются, образуются пятна кислых солончаков. В бессточных микропонижениях наблюдалась концентрация солей до 6% по массе.

Под влиянием эрозии склоны терриконов со временем выпаиваются до 30° и менее, образующиеся пылеватые частицы накапливаются, достигая 20—30%. Интенсивность окисления падает, снижается кислотность до pH 4—5. Создаются условия для поселения нитрофицирующих бактерий. А. Н. Илльялекдинов (1966), Л. А. Христева (1957) и Л. И. Аментьева (1968) указывают, что в этот период создаются условия для переработки почвенными бактериями углистых веществ в подвижные гумусовые. Нами установлено, что на этой стадии выветривания (стадии вымывания) валовое содержание углерода в породе терриконов уменьшается за короткий срок в 3—4 раза, а подвижных гумусовых веществ становится в 8—10 раз больше.

Несмотря на то, что количество веществ минерального питания и гумусовых веществ почти достаточно для неприхотливых растений, грубый механический состав, низкая влажность породы и интенсивная эрозия поверхности существенно затрудняют заселение растениями терриконов. Особенно это заметно на терриконах антрацитовых шахт, где даже через 20—30 лет после снижения кислотности породы до pH 4—5 и даже 6 поселяется очень небольшое число растений. Однако как только затухают процессы эрозии, на терриконах сразу же наблюдается поселение растений. Растительность, в свою очередь, закрепляет склоны, способствует накоплению мелкозема, атмосферной пыли, задерживает диаспоры других растений, препятствует сдуванию их ветром и засыпанию породой.

Таким образом, свежее извлеченная из шахты порода имеет слабокислую и даже нейтральную реакцию, много остатков угля и соединений серы. В породе поселяются нитрофицирующие и тионовые бактерии. Жизнедеятельность последних содействует сгора-

нию углистых и органических включений, что влечет за собой гибель бактерий и поселяющихся на терриконах единичных высших растений. Прекращение горения и последующее выщелачивание фитотоксичных веществ стоковыми водами вновь создает условия, пригодные для поселения почвенных бактерий, а затем и растений, т. е. растительные сообщества на терриконах формируются в отсутствии какой-либо предшествующей фитосреды, они сами формируют ее в процессе заселения бесплодных субстратов. Процесс естественного зарастания терриконов Донбасса, которые по физико-химическим свойствам слагающих пород весьма близки к терриконам Карагандинского и Рурского угольных бассейнов и терриконам западной Англии (Сухаревский и др., 1970), можно свести по классификации В. Н. Сукачева (1942, 1954) к следующим этапам: занос бактерий и диаспор высших растений, мхов и грибов; их прорастание и развитие взрослых растений; последовательное формирование и развитие фитоценозов.

Спонтанное заселение терриконов Донбасса протекает очень медленно, что объясняется жесткими экологическими условиями, а также незначительным количеством семян, заносимых из окружающих пространств. Как известно, преобладающее большинство терриконов размещается в пределах населенных мест городского типа. В процессе зарастания терриконов более или менее ясно выделяются четыре фазы: пионерная группировка растений, простая группировка, сложная группировка и образование зарослей.

**I фаза — пионерная группировка.** Главная роль в формировании фитосреды на этой фазе принадлежит биологическому выветриванию и образованию органических веществ вследствие деятельности почвенных бактерий, перерабатывающих остатки углистых веществ в гумусовые. Увеличение содержания органической массы улучшает физико-химические свойства породы. Если в этот период внести в породу некоторое количество плодородной черноземной почвы, то биологическая активность процессов почвообразования возрастает. Вслед за бактериями поселяются единичные однолетники из группы рудеральных сорняков: солянка русская (*Salsola ruthenica* Ijin), резеда желтая (*Reseda lutea* L.) и горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), способные произрастать на кислых и засоленных почвах. Изредка встречаются единичные экземпляры тополя черного (*Populus nigra* L.), осины (*P. tremula* L.) и акации белой (*Robinia pseudoacacia* L.). А. Г. Воронцов (1963) для скальных грунтов и осыпей назвал эту фазу пионерной группировкой. Для нее в условиях терриконов характерно отсутствие сомкнутости и взаимодействия между отдельными особями растений. Фаза растягивается поэтому на десятки лет. М. С. Шалыт (1956) указал большое число видов пионерных растений, поселяющихся на терриконах Донбасса. Однако это объясняется тем, что он обследовал преимущественно шлейфовые участки небольших старых терриконов (50—70 лет), на которых за длительное время создались лучшие условия увлажнения, боль-

ше накопилось мелкозема и органических остатков. В этих случаях правильнее было бы говорить не о пионерных группировках, а о сложных группировках или даже зарослях-ценозах.

**II фаза — простая группировка.** Когда в породе накапливается более 20—25% мелкозема, а кислотность снижается до pH 5—6 и в результате деятельности бактерий образуется достаточное для жизни более требовательных, чем пионерные виды, содержание органических веществ, создаются условия для наступления очередной фазы зарастания терриконов. Увеличивается участие пионерных видов, появляются синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), двурядник тонколистный (*Diploaxis tenuifolia* L.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.) и др. Разрастающиеся кусты солянки русской, резеды желтой, горца птичьего, кусты синяка и донника закрепляют поверхность склонов, задерживают стоковые воды, мелкозем и т. п. Вследствие этого улучшается увлажнение более глубоких слоев породы, усиливается вымывание вредных солей и кислот. Как указывает Е. И. Парфеньев (1950), в это время заметную роль в разрушении горных пород играют корневые системы растений. На терриконах корни растений заходят на глубину до 200 см и проникают в трещины глыб сланца, корневые выделения растений растворяют соединения кальция и органические вещества внутри глыб. К концу стадии формируются отдельные куртины из солянки, пятна горца птичьего, а по микропонижениям — группы из дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium* L.). Покрытие, хоть и неравномерное, достигает 15—20%. Для обнажений и осыпей скальных грунтов эту фазу зарастания Б. А. Быков (1953) называет простой группировкой. Резеда желтая группировок не образует, а растет как примесь. В группировках вкраплены единичные виды многолетников, характерных для третьей фазы зарастания.

**III фаза — сложная группировка.** Отличается более постоянным составом растений, включающим значительное число видов. Группировки сформированы из нескольких видов, принадлежащих к различным жизненным формам. Встречаются и чистые заросли. Общее покрытие террикона обычно выше 20—25%, хотя отдельные группы растений и не смыкаются, их корневые системы распространены на значительные расстояния. На фазе сложной группировки наиболее обычные заросли донника желтого, горца вьюнкового (*Polygonum convolvulus* L.), двурядника, дурнишника, икотника (*Berteroa incana* L.), льнянки обыкновенной (*Linaria vulgare* Mill.), смолевки широколистной (*Silene latifolia* Mill.), гулявника Лезеля (*Sisymbrium loeselii* L.). Весной значительные пространства занимают группировки хренницы крупковидной и пронзеннолистной (*Lepidium draba* L., *L. perfoliatum* L.). В конце лета и осенью после выпадения дождей разрастается горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L.), а на терриконах, расположенных на окраинах городов, вблизи полей, появляется маек рогатый (*Glaucium corniculatum* L.) или молокан татарский (*Agathysus*

tataricus (L.) D. Don.). Растительность шлейфовой части терриконов в некоторой мере отличается от растительности средней и верхней частей. Здесь можно встретить группировки тысячелистников благородного и щетинистого (*Achillea nobilis* L., *A. setacea* W. K.), мари белой (*Chenopodium album* L.), полыни австрийской и обыкновенной (*Artemisia austriaca* Jacq., *A. vulgaris*). В смешанных группировках проявляется ярусность. Донник желтый, василек растопыренный (*Centaurea diffusa* Lam.), двурядник, икотник серый, синяк, смолевка широколистная и т. п. обычно образуют первый ярус, а во втором чаще всего растет горец птичий. У основания террикона тысячелистник благородный и марь белая выполняют роль основного покрова, среди которого разбросаны единичные экземпляры двурядника, василька, донника и др.

На участках северных и северо-восточных экспозиций или в тени деревьев нередко поселяются мхи. Наиболее распространены группировки с преобладанием цератодона пурпурного (*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.). В меньшем числе встречается бриум дерновинный (*Brium caespiticum* L.), образующий иногда дернинки. Такие мхи, как бриумы серебристый (*B. argenteum* L.), остроконечный (*B. cuspidatum* (Bruch. et Sch.) Schimp.), волосистый *B. capittare* L.), фунария влагомерная (*Funaria hydrometrica* (L.) Hedw.) встречаются в виде примеси в дернинах цератодона пурпурного и бриума дерновинного.

В фазах пионерной и простой группировки на терриконах преобладают однолетники. В фазе сложной группировки увеличивается участие многолетников, появляются единичные экземпляры злаков.

**IV фаза** на терриконах характеризуется образованием зарослей и сложных фитоценозов, близких по составу и строению к фитоценозам окружающих пространств. Эта фаза встречается только на небольших терриконах периода революции и гражданской войны. Высота таких терриконов 3—5—10 м, они имеют скорее вид сползших отвалов, в большинстве случаев находятся за пределами населенных пунктов и окружены степной или полевой растительностью. В центральной части Донецкого кряжа, где маломощные угольные пласты залегают на небольших глубинах, подобных терриконов насчитывается около 2000. Около Дебальцево и Первомайска обследованы некоторые из них. Высота их 4—5 м, склоны крутизной 5—15°, однообразные. Терриконы скорее напоминают древние скифские курганы. Растительность вокруг них носит полупустынный характер, обычный для обнажений песчаников и сланцев Донецкого кряжа. В покрове преобладают василек растопыренный, латук компасный (*Lactuca scariola* L.), марь белая, мышей зеленый (*Setaria viridis* (L.) P. B.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* W. et K.), наземка большая (*Polycnenum majus* A. Br.), осот полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv.), полынь австрийская, полынь веничная (*Artemisia scoraria* W. et K.), синяк, сокирки метельчатые (*Consolida paniculata* Schur.), горец птичий, костер безостый (*Zerna inermis* Lindm.),

тонконоги узколистный и сплюснутый (*Poa angustifolia*, *P. compressa* L.), цикорий дикий (*Cichorium inthybus* L.) и т. д. Эти же виды растут и на терриконах, хотя покрытие довольно неравномерное — от 30 до 70%. В 1950 г. М. С. Шалытом (1956) для подобных типов терриконов был зарегистрирован более обширный состав видов растений. Помимо перечисленных им обнаружены оносма полукрасильная (*Onosma subtinctoria* Klok.), овсяница бороздчатая (*Festuca sulcata* Hask.), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), шалфей мутчатый (*Salvia verticillata* L.) и др.

Таким образом, на терриконах, породы которых подверглись глубокому выветриванию, формируются степные ценозы, хотя и не образующие полностью сомкнутого покрова. Причиной этого является, в первую очередь, недостаточное увлажнение. Всего на терриконах Донбасса обнаружено естественно произрастающих 2 вида грибов, 6 видов мхов и 92 вида цветковых растений. Своевременным агротехническим вмешательством в виде выполаживания крутых склонов для предотвращения эрозии, внесения чернозема для стимуляции биологической активности породы, подсева семян пионерных видов и т. п. можно значительно ускорить процессы естественного зарастания терриконов (Рева и Бакланов, 1968).

#### ЛИТЕРАТУРА

Акентьева Л. И., Бубнов А. П., Скляр П. Т., Марченко В. М., 1968. Использование флотационных хвостов углеобогатительных фабрик в сельском хозяйстве. «Научн. тр. УкрНИИУглеобогашения», т. 6. М., «Недра».

Бакланов В. И., 1968. Терриконы как объект озеленения. В сб. «Материалы I Украинской конференции «Растения и промышленная среда». Киев, «Наукова думка».

Бакланов В. И., 1970. Растительные условия терриконов Донбасса. В сб. «Материалы IV Республиканской научной конференции молодых исследователей». Киев, «Наукова думка».

Быков Б. А., 1953. Геоботаника. М., «Высшая школа».

Воронов А. Г., 1963. Геоботаника. М., «Высшая школа».

Зайцев Г. А., 1970. Роль тионовых бактерий в окислении сульфидов железа в грунтах отвалов и терриконов угольных разработок в Подмосковном бассейне. «Изв. АН СССР», сер. биол., № 5.

Иллялекдинов А. Н., 1966. Биологическая мобилизация минеральных соединений. Алма-Ата, «Наука».

Кузнецов С. М., Иванов М. В., Ляликова И. А., 1962. Введение в геологическую микробиологию. М., АН СССР.

Парфеньев Е. И., 1950. Исследования примитивных горнолуговых почв на диоритах хребта Магишо. В сб. «Выветривание и почвообразование», т. 34, М., АН СССР.

Рева М. Л., Бакланов В. И., 1968. Опыт озеленения терриконов Донбасса. В сб. «Материалы I Украинской конференции «Растения и промышленная среда». Киев, «Наукова думка».

Сукачев В. Н., 1942. Идея развития в фитоценологии. «Сов. ботаника», № 1—2.

Сукачев В. Н., 1954. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии. «Вопр. ботаники», вып. 1. М.—Л., АН СССР.

Сухаревский В. М., Стельмах А. П., Фридман И. С., 1970. Деформация породных отвалов. Киев, «Техника».

Христева А. А., 1957. Углистые сланцы как один из возможных видов сырья для производства гуминовых удобрений. В сб. «Гуминовые удобрения, теория и практика их применения». Харьковский ун-т.

Шалыт М. С., 1956. О естественном зарастании терриконов. «Уч. зап. Таджикского ун-та», т. 12, № 2.